



⑪ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 59 152 A 1**

⑨ Int. CL⁷:
B 01 D 53/00
F 23 G 7/06
F 23 G 5/027

⑲ Aktenzeichen: 101 59 152.7
⑳ Anmeldetag: 1. 12. 2001
㉑ Offenlegungstag: 12. 6. 2003

DE 101 59 152 A 1

⑪ Anmelder:

MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE;
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑫ Erfinder:

Steinwandel, Jürgen, Dr., 88690
Uldingen-Mühlhofen, DE; Höschle, Jörg, Dr.,
88048 Friedrichshafen, DE; Bayer, Erwin, Dr., 85221
Dachau, DE

⑬ Entgegenhaltungen:

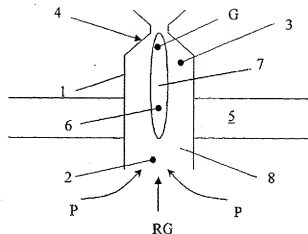
DE 195 13 250 A1
DE 44 28 418 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑭ Verfahren zur Gasreinigung

⑮ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Gasen, insbesondere zur Reinigung von mit Umwelt-Schadstoffen verunreinigten Gasen (RG) mittels Plasma-entladung. Erfindungsgemäß wird das zu reinigende Gas (RG) durch ein thermisches Plasma (7) geleitet, welches mittels elektrodenlosem Zünden eines Prozessgases (P) erzeugt wird, so dass mittels des thermischen Plasmas (7) die in dem zu reinigenden Gas (G) enthaltenen Schadstoffe in umweltneutrale voll氧oxidierte Substanzen umgewandelt werden.



DE 101 59 152 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gasreinigung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Mit der zunehmenden Bedeutung des Umweltschutzes hat sich in den letzten Jahren eine Reihe von Verfahren zur Entfernung von Schadstoffen (Emissionen), z. B. von organischen Lösemitteln, in Abluft etabliert. In EP 0 785 016 A1 wird ein aufwendiges Verfahren zur Entfernung von schadstoffhaltiger Abluft durch Kombination einer biologischen Reinigungsstufe mit einer nicht-thermischen Plasmareinigungsstufe beschrieben. Ein weiterer Nachteil des in EP 0 785 016 A1 beschriebenen Verfahrens ist, dass durch das nicht-thermische Plasma die Schadstoffe nur teiloxydiert werden, wodurch toxische Bestandteile gebildet werden können. Es werden zur Reinigung dieser Bestandteile der Einsatz weiterer Moderatoren eingesetzt, die einen weiteren baulichen Aufwand bedeuten.

[0003] Es sind des weiteren Verfahren bekannt, bei denen zur Reinigung von Gasen thermische Plasmen verwendet werden. Hierbei wird das zu reinigende Gas in das zwischen zwei Elektroden z. B. eines Bogenbrenners erzeugte thermische Plasma geleitet. Der Nachteil hierbei ist, dass das zu reinigende Gas aufgrund der hohen Gasgeschwindigkeit des Plasmas und des hohen Dichtegradienten nur unzureichend in die heißen Plasmazonen eindringen kann.

[0004] Ein weiteres Verfahren, bei dem zur Abluftreinigung ein Plasma mit einem Katalysator kombiniert wird, ist aus dem PLASMACAT®-Verfahren der Fa. Up-To-Date Umwelttechnik AG bekannt. Ein weiteres Verfahren zur Gasreinigung mittels elektrisch behinderter Entladung wird in US 5,387,775 beschrieben.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine gegenüber dem Stand der Technik einfachere und effektivere Reinigung von schadstoffhaltiger Luft möglich ist.

[0006] Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0007] Erfindungsgemäß wird das zu reinigende Gas durch ein thermisches Plasma geleitet, wobei das Plasma mittels elektrodenlosem Zünden eines Prozeßgases erzeugt wird, so dass mittels des thermischen Plasmas die in dem zu reinigenden Gas enthaltenen Schadstoffe in umweltneutrale voll oxydierte Substanzen umgewandelt werden.

[0008] Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass aufgrund der hohen Plasmatemperaturen, welche im Bereich von einigen 10000 K liegen, die Schadstoffe, welche üblicherweise aus langketigen CH-Verbindungen bestehen, in einzelne umweltverträgliche CH-Fragmente gespalten werden, was auch als Cracken bezeichnet wird.

[0009] Ein weiterer Vorteil ist, dass keine weiteren Filter oder Moderatoren notwendig sind. Dadurch ist das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber herkömmlichen Verfahren einfacher und kostengünstiger.

[0010] Da in dem erfindungsgemäßen Verfahren das Plasma elektrodenlos erzeugt wird, werden keine Verschleißteile wie z. B. die Elektroden eines Bogenbrenners benötigt. Somit werden auch etwaige Reaktionen der Schadstoffe mit den Elektroden, welche insbesondere bei Wolfram-Elektroden in herkömmlichen Bogenbrennern zur Bildung von toxischen Bestandteilen führen würden.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das zur Zündung des Plasmas benötigte Prozeßgas sauerstoff- und/oder stickstoffhaltig. Zweckmäßig kann hierbei als Prozeßgas Luft verwendet werden, es ist aber auch möglich, Prozeßgase mit anderen

stöchiometrischen Verhältnissen einzusetzen.

[0012] Das thermische Plasma kann in einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung mittels resonanter Kopplung von hochfrequenten Mikrowellen an das Prozeßgas gezündet werden. Eine derartige Zündung ist z. B. aus DE 195 13 250 A1 bekannt.

[0013] Es ist aber in einer anderen vorteilhaften Ausführung der Erfindung auch möglich, das thermische Plasma mittels induktiver Kopplung von Radiowellen an das Prozeßgas zu zünden. Ein derartiges Verfahren ist aus der nicht veröffentlichten DE 101 40 298.8 bekannt.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere bei der Reinigung von Gasen und Dämpfen, die bei der Badpflege bei Galvanik- oder Entfettungsbadern entstehen, eingesetzt werden. Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Verfahren auch in anderen Anwendungsgebieten, in denen die Reinigung von schadstoffhaltiger oder gesundheitsschädlicher Abluft erforderlich ist, eingesetzt werden.

[0015] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung werden im weiteren anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0016] Fig. 1 in Schnittdarstellung eine erste beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das Prozeßgas mittels Mikrowellen gezündet wird.

[0017] Fig. 2 in Schnittdarstellung eine zweite beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei das Prozeßgas mittels Radiowellen gezündet wird.

[0018] In Fig. 1 ist in Schnittdarstellung eine erste beispielhafte Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Vorteilhafte ist ein dielektrisches mikrowellentransparentes Rohr 1 mit einer Gaseintrittsöffnung 2 und einer Gasaustrittsöffnung 3 vorhanden. Das Prozeßgas P wird vorteilhaft durch die Gaseintrittsöffnung 2 in das Rohr 1 eingeleitet, wobei die Einleitung des Prozeßgases P derart erfolgt, dass es vorteilhaft eine tangentiale und eine in Richtung der Gasaustrittsöffnung 3 gerichtete axiale Strömungskomponente aufweist. An der Gasaustrittsöffnung 3 des Rohrs 1 ist vorteilhaft eine metallische Expansionsdüse 4 angebracht.

[0019] Das Rohr 1 befindet sich zweckmäßig in einem Wellenleiter 5, in dem die Mikrowellen, welche von einer nicht dargestellten Mikrowellenquelle erzeugt werden, transportiert werden. Durch Absorption von Mikrowellenenergie wird in dem Bereich 6, in dem sich das Rohr 1 in dem Wellenleiter 5 befindet, ein thermisches Mikrowellenplasma 7 gezündet. Die Mikrowellenquelle kann dabei kontinuierlich oder gepulst betrieben werden.

[0020] Das zu reinigende Gas RG wird vorteilhaft durch die Gaseintrittsöffnung 2 in das Rohr 1 und somit durch den Bereich 6, in dem das Plasma 7 brennt, geleitet. In diesem Bereich 6 findet die Reinigung des schadstoffhaltigen Gases RG statt, wobei die Schadstoffe in einzelne umweltverträgliche Fragmente crackt werden. Dieses, aus dem Plasma 7, dem gereinigten Gas G und den Fragmenten bestehende Gasgemisch, strömt durch die Expansionsdüse 4 an der Gasaustrittsöffnung 3 des Rohrs 1. Das Gasgemisch wird dabei expandiert, wodurch insbesondere eine Rekombination der in dem Gasgemisch vorhandenen Fragmente zu toxischen Substanzen verhindert wird.

[0021] Die in Fig. 2 dargestellte Ausführung entspricht im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Ausführung. In Fig. 2 ist das Rohr 1 allerdings mit einer Koppelspule 8 umwickelt. Des Weiteren ist das Rohr 1 vorteilhaft radiowellentransparent. Somit wird, entsprechend der Ausführung in Fig. 1, mittels Absorption von Radioenergie im Bereich 6 ein thermisches rf-Plasma 7 erzeugt.

Patentsprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Gasen, insbesondere zur Reinigung von mit Umwelt-Schadstoffen verunreinigten Gasen (RG) mittels Plasmaentladung, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zu reinigende Gas (RG) durch ein thermisches Plasma (7) geleitet wird, welches mittels elektrodenlosem Zünden eines Prozeßgases (P) erzeugt wird, so dass mittels des thermischen Plasmas (7) die in dem zu reinigenden Gas (RG) enthaltenen Schadstoffe in umweltneutrale volloxidierte Substanzen umgewandelt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Prozeßgas (P) sauerstoffhaltig und/oder stickstoffhaltig ist.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasma (7) mittels resonanter Kopplung von hochfrequenten Mikrowellen an das Prozeßgas (P) gezündet wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Plasma (7) mittels induktiver Kopplung von Radiowellen an das Prozeßgas (P) gezündet wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasma (7) in einem dielektrischen, mikrowellen- oder radiowellentransparenten sowie eine Gaseintritts- (2) und Gasaustrittsöffnung (3) aufweisenden Rohr (1) gezündet wird, wobei das Prozeßgas (P) derart durch die Gaseintrittsöffnung (2) in das Rohr (1) eingespeist wird, dass das Prozeßgas (P) eine tangentialle Strömungskomponente aufweist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zu reinigende Gas (RG) durch die Gaseintrittsöffnung (2) des Rohrs (1) in das Plasma eingeleitet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Plasma (7) und das durch das Plasma (7) gereinigte Gas (G) durch eine an der Gasaustrittsöffnung (3) vorhandenen metallischen Expansionsdüse (4) geleitet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

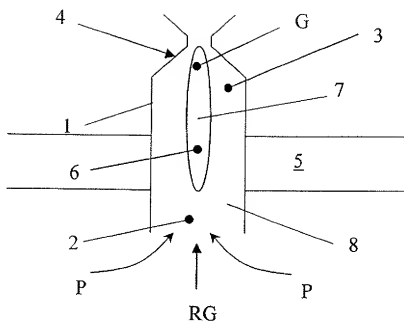


Fig. 1

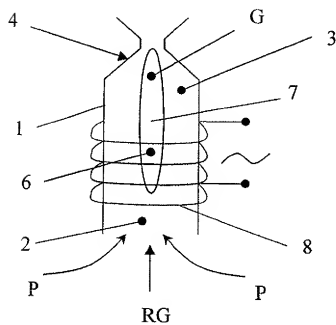


Fig. 2